



REVESTIMENTO COMESTÍVEL NA PÓS-COLHEITA DE FIGO ‘ROXO DE VALINHOS’ (*FICUS CARICA* L.)

James Nunes de Oliveira Junior

Orientadora: Dr.^a Franciane Colares Souza Usberti

Coorientadora: MSc. Raysa Maduro Alves

Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil

RESUMO

O revestimento comestível é uma tecnologia pós-colheita promissora na conservação de frutas e hortaliças, pois possibilita a redução da perda de massa, taxa de respiração, alterações na textura, bem como o incremento da resistência mecânica e aparência dos frutos. São diversos os compostos disponíveis para a formulação da cobertura, sendo que a escolha da matriz filmogênica é fundamentada na fisiologia do fruto e objetivo da aplicação. Neste estudo foi investigado a viabilidade da aplicação de cobertura comestível à base de fécula de mandioca e cloreto de cálcio na vida pós-colheita do figo ‘Roxo de Valinhos’. Durante os experimentos, surgiu a necessidade de investigar o efeito do cloreto de cálcio na matriz filmogênica da fécula de mandioca, por meio do estudo do seu comportamento reológico. Para tanto, foi realizado a formulação de 12 tratamentos à base de fécula de mandioca (1%, 2% e 3%) e cloreto de cálcio (0%, 1%, 2% e 3%) para avaliação de suas características reológicas (viscosidade, tensão de cisalhamento e taxa de cisalhamento). Foi observado que o cloreto de cálcio teve um impacto mínimo em soluções com fécula a 1%. Em soluções com fécula a 2%, o cloreto de cálcio teve um impacto maior e apresentou quedas significativas na viscosidade aparente com o aumento da concentração do sal. Os resultados obtidos evidenciaram os efeitos do cloreto de cálcio na matriz filmogênica da fécula de mandioca e serviram como base para justificar a escolha da cobertura comestível 2% para aplicação no figo (*Ficus carica* L.) no ensaio preliminar.

1. INTRODUÇÃO

A refrigeração é uma técnica importante e indispensável no armazenamento de produtos hortícolas, pois continua sendo a maneira mais eficaz na redução das atividades metabólicas de vegetais e microrganismos. No entanto, o seu grau de complexidade e custo são elevados, o que faz com que a cadeia de frio seja interrompida ao longo do processo de distribuição e comercialização (ASSIS et al., 2008; ASSIS & BRITTO, 2017).

Nesse contexto, é válida a busca por métodos que possam ser associados à diminuição da temperatura e propiciem maior durabilidade, manutenção da qualidade e prolongamento da vida útil pós-colheita de frutas e hortaliças. A aplicação de coberturas comestíveis é uma alternativa promissora, que consiste na deposição de uma fina camada biopolimérica de origem animal, vegetal ou da combinação de ambos, própria para consumo, sobre o produto de interesse. Ao preencher parcialmente estômatos e lenticelas, a película de revestimento formada atua reduzindo a transferência de umidade (transpiração) e trocas gasosas (respiração), promovendo a decréscimo de perda de massa e taxa respiratória (OLIVEIRA & CEREDA, 1999). Concomitantemente ocorre a formação de uma barreira de proteção que incrementa a resistência mecânica e melhora a aparência do produto (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O figo (*Ficus carica* L.) é um pseudofruto climatérico altamente perecível, com curta vida útil pós-colheita, principalmente devido às suas características botânicas que incluem a presença de ostíolo aberto e epiderme frágil. Ademais, em sua cadeia de comercialização acumulam manejos inadequados, resultando em perdas excessivas da qualidade e, conseqüentemente, do produto.

Em 2018, o Brasil foi responsável pela produção de 23.674 toneladas de figo (*Ficus carica* L.) do mundo, ocupando o posto de nono maior produtor mundial, sendo a Turquia a principal produtora deste cenário (306.499 toneladas) (FAO, 2020). Em 478 hectares de área destinada à colheita de tal produto, o Estado de São Paulo produziu 8.924 toneladas dos quais 7.121 delas foi produzida pela microrregião de Campinas (IBGE, 2020). Dessa forma, pode-se constatar a importância socioeconômica que a cultura representa para região, que tem como principal variedade empregada a Roxo de Valinhos. Além disso, a produção brasileira tem como vantagem que sua safra ocorre no período de entressafra dos principais países produtores, o que possibilita uma potencial exportação do produto (PENTEADO, 1999).



Nesse sentido, faz-se necessária a busca por métodos que proporcionem a manutenção da qualidade e durabilidade pós-colheita do figo 'Roxo de Valinhos', de forma que o objetivo do projeto inicial foi testar a hipótese de que a aplicação de cobertura comestível à base de fécula de mandioca e cloreto de cálcio prolonga a vida útil pós-colheita do figo 'Roxo de Valinhos', pelo fato de promover a diminuição das trocas gasosas e perda de massa.

2. OBJETIVOS

- Formular uma cobertura comestível a base de fécula de mandioca e cloreto de cálcio que reduza, sem cessar, as trocas gasosas do figo 'Roxo de Valinhos'.
- Definir a concentração da cobertura a base de fécula de mandioca e cloreto de cálcio que possa ser aplicada via aspersão em figo 'Roxo de Valinhos'.
- Avaliar a qualidade do figo 'Roxo de Valinhos' revestido com cobertura a base de fécula de mandioca e cloreto de cálcio e armazenado a temperatura de 20 °C e 70% de umidade relativa.
- Investigar o efeito do cloreto de cálcio na matriz filmogênica da fécula de mandioca, por meio do estudo do seu comportamento reológico.

3. MÉTODOS

3.1. Formulação da cobertura de fécula de mandioca para os testes preliminares

Primeiramente, foram realizados testes por meio da formulação de coberturas comestíveis com diferentes concentrações de fécula de mandioca (1, 2 e 3%), essas foram comparadas e avaliadas visualmente (Figura 1).



Figura 1: Cobertura comestível com 1% (A), 2% (B) e 3% de concentração de fécula de mandioca (C).

A partir de então, escolheu-se a concentração de 2% para testar a adição de cloreto de cálcio (CaCl_2) à formulação da cobertura, adicionando-se cloreto a 1 e 2% (Figura 2). O intuito destes testes foi observar o comportamento da gelatinização da fécula na presença do cloreto de cálcio.

Assim, foram definidos os tratamentos: frutos não revestidos, representando o controle; frutos revestidos com cobertura apenas com fécula de mandioca a 2%; e frutos revestidos com cobertura com fécula de mandioca a 2% acrescida de cloreto de cálcio a 1%.

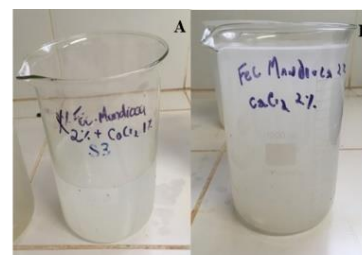


Figura 2: Cobertura de fécula de mandioca a 2% com adição de cloreto de cálcio a 1% (A) e cobertura de fécula de mandioca a 2% com adição de cloreto de cálcio a 2% (B).

Para avaliação da qualidade dos figos revestidos analisou-se a perda de massa, coloração, sólidos solúveis, incidência acumulada e pH aos 3 e 6 dias após o tratamento, pois os frutos não apresentaram condições de armazenamento superior a tal período.

3.2. Formulação da cobertura de fécula de mandioca para caracterização reológica

As soluções filmogênicas foram preparadas em banho térmico com controle de temperatura, com diluição da fécula de mandioca em água destilada à 70 °C para geleificação do amido. Os tratamentos a serem avaliados equivalem a:

- T1: 1% de fécula de mandioca;
- T2: 2% de fécula de mandioca;
- T3: 3% de fécula de mandioca;
- T4: 1% de fécula de mandioca + 1% de CaCl_2 ;
- T5: 1% de fécula de mandioca + 2% de CaCl_2 ;
- T6: 1% de fécula de mandioca + 3% de CaCl_2 ;
- T7: 2% de fécula de mandioca + 1% de CaCl_2 ;
- T8: 2% de fécula de mandioca + 2% de CaCl_2 ;
- T9: 2% de fécula de mandioca + 3% de CaCl_2 ;
- T10: 3% de fécula de mandioca + 1% de CaCl_2 ;
- T11: 3% de fécula de mandioca + 2% de CaCl_2 ;
- T12: 3% de fécula de mandioca + 3% de CaCl_2 .

3.3. Teste de caracterização reológica

Para caracterizar o comportamento reológico das soluções filmogênicas, foram determinados os parâmetros de viscosidade aparente, tensão de cisalhamento e taxa de deformação (cisalhamento) com o auxílio do Reômetro Digital Brookfield modelo LVDV-III, conectado a um Banho Térmico de Circulação com Controlador Digital, para controle da temperatura da amostra, e a um computador utilizando o Software Rheocalc v.2.3, todos da Brookfield Engineering Laboratories.

Foram realizados testes para a escolha do sensor (spindle) a ser utilizado e que melhor se adaptasse às análises. A princípio, o que melhor possibilitou a coleta das leituras e,



então, empregado, foi o SC4-18 com velocidade da rotação variando entre 0 e 110 rpm e, neste intervalo, cinco medidas foram coletadas a cada 10 rpm.

A fim de verificar o efeito da temperatura no gel, para cada tratamento as medições dos parâmetros foram realizadas a 75 °C e a 25 °C, simulando o ponto de geleificação e a temperatura ambiente de aplicação do revestimento, respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensaio preliminar, foi possível observar que o tratamento com fécula de mandioca a 2% apresentou melhor aspecto visual (DAT), principalmente em termos de incidência de podridão (Figura 3), e perda de massa fresca aos 6 dias após o tratamento (Figura 4).

Quanto a incidência de podridão, ao longo dos dias avaliados o tratamento com a cobertura contendo a fécula de mandioca em associação ao cloreto de cálcio apresentou maior incidência acumulada durante todo o período (Figura 5).



Figura 3: Figos sem cobertura (controle - A), revestidos com cobertura de fécula de mandioca a 2% (B) e com fécula de mandioca a 2% e 1% de cloreto de cálcio (C) aos 6 dias após o tratamento.

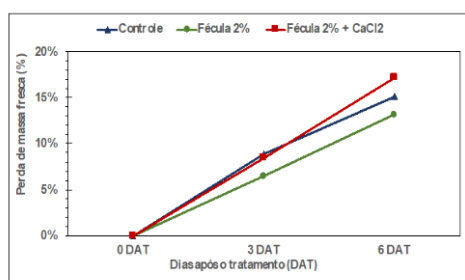


Figura 4: Perda de massa de figos 'Roxo de Valinhos' sem cobertura (controle), com cobertura de fécula de mandioca a 2% e com fécula de mandioca a 2% com adição de cloreto de cálcio a 1%.

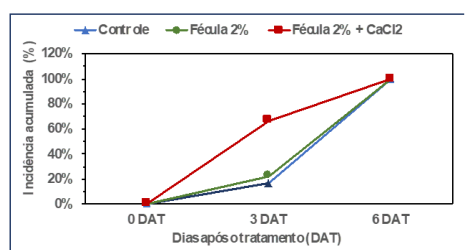


Figura 5: Incidência acumulada de figos 'Roxo de Valinhos' sem cobertura (controle), com cobertura de fécula de mandioca a 2% e com fécula de mandioca a 2% com adição de cloreto de cálcio a 1% ao longo de 6 dias após o tratamento (DAT)

Tabela 1 - Teor de sólidos solúveis totais (SST) e coloração (°Hue e croma) de figo 'Roxo de Valinhos' aos 6 dias de armazenamento após o tratamento com cobertura comestível.

Tratamento	SST (°brix)	°Hue	Croma
Caracterização	13,37 ± 0,25	51,59 ± 5,30	23,21 ± 1,01
Controle	14,33 ± 0,42	65,70 ± 19,84	26,01 ± 6,44
Fécula 2%	12,20 ± 0,72	73,99 ± 3,31	28,50 ± 2,17
Fécula 2% + CaCl ₂	13,60 ± 0,35	72,13 ± 12,63	29,55 ± 3,86

Os testes de caracterização reológica indicaram baixa viscosidade aparente para as soluções com 1% de fécula (Figuras 6 e 7). Conforme o esperado, os tratamentos apresentaram uma viscosidade menor no ponto de geleificação, com exceção nos casos em que a adição de cloreto de cálcio não afetou a viscosidade inicialmente (Figura 2 e Figura 3), mas seu efeito foi observado com uma menor viscosidade quando a temperatura se aproximou de 25°C.

Nos ensaios preliminares a cobertura de fécula de mandioca 1% foi descartada por sua baixa viscosidade e difícil formação da matriz filmogênica, e os ensaios reológicos serviram para confirmar esse fato.

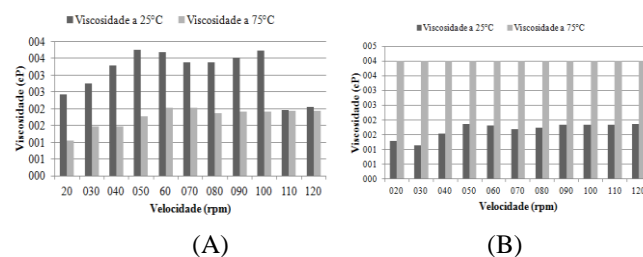


Figura 6: Relação entre as viscosidades em temperatura ambiente e no ponto de gelatinização da solução filmogênica a (A) 1% de fécula de mandioca sem adição de cloreto de cálcio; e (B) 1% de fécula de mandioca com adição de cloreto de cálcio 1%.

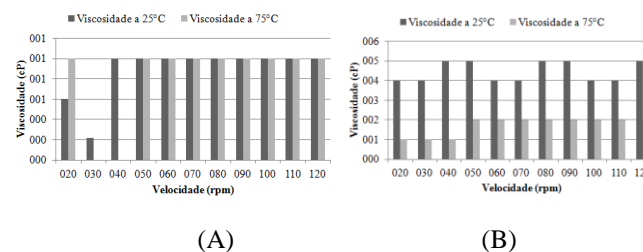
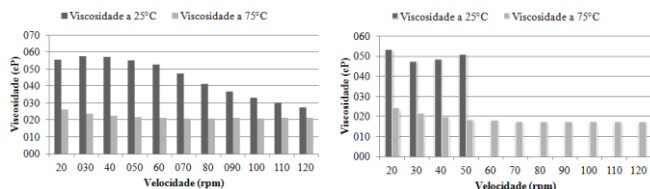


Figura 7: Relação entre as viscosidades em temperatura ambiente e no ponto de gelatinização da solução filmogênica a (A) 1% de fécula de mandioca com adição de cloreto de cálcio 2%; e (B) 1% de fécula de mandioca com adição de cloreto de cálcio 3%.

Os testes de caracterização reológica indicaram uma ótima viscosidade aparente para soluções com 2% de fécula (Figuras 8 e 9). Conforme o esperado, todos os tratamentos apresentaram viscosidade menor no ponto de geleificação. A adição de cloreto de cálcio teve um impacto maior na viscosidade em comparação ao tratamento com 1% de fécula de mandioca. Nos ensaios preliminares a concentração de



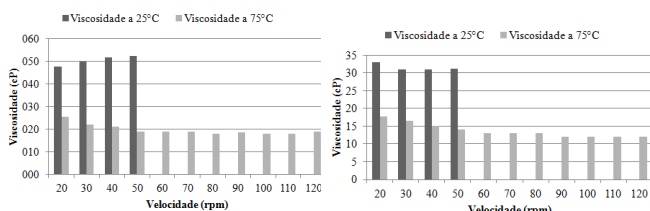
cobertura a 2% de fécula de mandioca foi tratada como promissora, pela viscosidade e formação de filmes sem opacidade.



(A)

(B)

Figura 8: Relação entre as viscosidades em temperatura ambiente e no ponto de gelatinização da solução filmogênica a (A) 2% de fécula de mandioca sem adição de cloreto de cálcio; e (B) 2% de fécula de mandioca com adição de cloreto de cálcio 1%.



(A)

(B)

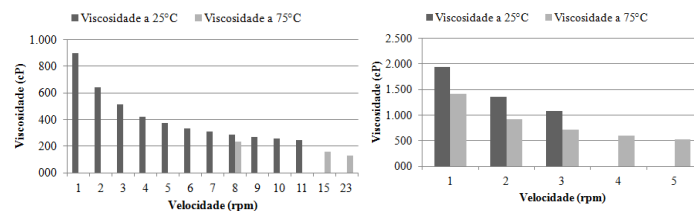
Figura 9: Relação entre as viscosidades em temperatura ambiente e no ponto de gelatinização da solução filmogênica a (A) 2% de fécula de mandioca com adição de cloreto de cálcio 2%; e (B) a 2% de fécula de mandioca com adição de cloreto de cálcio 3%.

O spindle selecionado apresentou incompatibilidade com os tratamentos de fécula de mandioca a 3%. Ao operar com as mesmas velocidades que os tratamentos anteriores o torque do aparelho ultrapassava 100%, resultando em medidas inconclusivas. Para conseguir fazer comparações relevantes entre os tratamentos, a escala de velocidade foi adaptada (Figuras 10 e 11).

Os testes de caracterização reológica indicaram alta viscosidade aparente. Conforme o esperado, todos os tratamentos apresentaram uma viscosidade menor no ponto de geleificação.

A adição de cloreto de cálcio nos tratamentos de fécula a 3% teve um impacto maior em comparação aos outros tratamentos. Foi observado que em alguns casos o cloreto de cálcio aumentou a viscosidade aparente do tratamento (Figura 10 B e Figura 11).

Nos ensaios preliminares a cobertura de fécula de mandioca 3% foi descartada por sua alta viscosidade e formação de filmes grosseiros e opacos, não sendo adequado

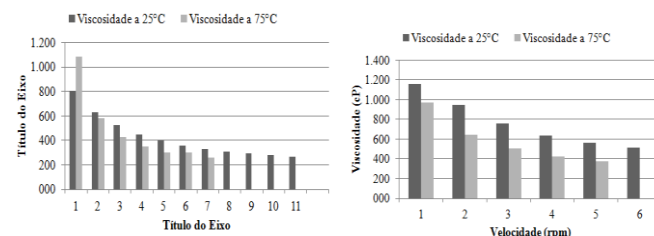


(A)

(B)

para a aplicação em produtos agrícolas devido a perda de qualidade visual.

Figura 10: Relação entre as viscosidades em temperatura ambiente e no ponto de gelatinização da solução filmogênica a (A) 3% de fécula de mandioca sem adição de cloreto de cálcio; e (B) 3% de fécula de mandioca com adição de cloreto de cálcio 1%.



(A)

(B)

Figura 11: Relação entre as viscosidades em temperatura ambiente e no ponto de gelatinização da solução filmogênica a (A) 3% de fécula de mandioca com adição de cloreto de cálcio 2% e (B) 3% de fécula de mandioca com adição de cloreto de cálcio 3%.

5. CONCLUSÃO

A melhor concentração observada para a cobertura comestível foi de 2%, por apresentar uma viscosidade aparente ótima para aplicação no produto e formação de filmes transparentes. No ensaio preliminar o tratamento foi aplicado no produto e apresentou resultados promissores.

Como os ensaios reológicos foram exploratórios, apenas uma ideia geral de como o cloreto de cálcio influencia na matriz filmogênica foi observada.

A influência do cloreto de cálcio se manifesta com magnitudes diferentes na matriz filmogênica da fécula de mandioca dependendo de dois fatores: a concentração de fécula de mandioca e a quantidade de cloreto de cálcio. Conforme menor a concentração de fécula, menor vai ser os efeitos do sal. Os mesmos efeitos são observados na quantidade de cloreto de cálcio.